



Universidad
Zaragoza

GRADO EN CIENCIAS DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

Revisión sistemática de la periodización del entrenamiento en personas mayores

[Systematic review of training
periodization in elderly people]

AUTOR: *IREL BARAIBAR LARRAZA*

TUTOR: *GERMÁN VICENTE RODRÍGUEZ (Dep. Fisiatría y
Enfermería)*

Resumen:

Las personas mayores son un grupo de población especial que se caracteriza por una pérdida progresiva de capacidad funcional. El ejercicio físico se ha mostrado como una herramienta útil para mejorar esta capacidad funcional en personas de más de 65 años. No obstante, no se conoce con certeza la mejor dosis de ejercicio y aspectos más trabajados en el ámbito del rendimiento físico como la periodización del entrenamiento no se han estudiado en detalle en el ámbito del entrenamiento para la salud y concretamente en esta población. Este trabajo de revisión sistemática tiene como objetivo analizar y comparar estudios con diferentes metodologías de planificación, tratando de concretar si existe un uso de la periodización en la prescripción de ejercicio en esta población, y en caso, cuál es la más eficaz. Para la realización de esta revisión sistemática se utilizará la metodología PRISMA, y la búsqueda de los artículos se realizará en las bases de datos PubMed y Cochrane. Los resultados obtenidos mostraron que una correcta estructuración y distribución de las sesiones de entrenamiento facilita la consecución de los objetivos específicos para esta población. Además, las intervenciones mayores a 12 semanas que reúnan 3 sesiones de trabajo semanales aportarán beneficios más pronunciados. Igualmente, un trabajo de objetivos simultáneos y que necesite de las diferentes cualidades físicas llevará al correcto mantenimiento de las capacidades.

Palabras clave: Actividad física, entrenamiento de fuerza, personas mayores, fuerza muscular, periodización.

Abstract:

Elderly is a special population group characterized by a progressive loss of functional capacity. Physical exercise has been shown as a useful tool to improve this functional capacity in people over 65 years of age. However, the best dose of exercise is not really known and more elaborated aspects in the field of physical performance such as periodization have not been studied in detail in the field of training for health and specifically in this population. This systematic review aims to analyze and compare studies with different planning trying methodologies, specifically there is a use of periodization in the prescription of exercise in this population and which is the most

effective case. The PRISMA methodology was used to carry out this systematic review, and the articles were searched in the PubMed and Cochrane databases. The results obtained showed that a correct distribution and structuration of the training sessions facilitates the achievement of the specific objectives for this elderly population. Thus, interventions longer than 12 weeks which combine 3 weekly work sessions will provide more enhanced benefits. In addition, the work of simultaneous objectives that implies the different physical qualities will lead to the correct maintenance of the capacities.

Key words: Physical activity, resistance training, elderly people, muscle strength, periodization.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. HIPÓTESIS	7
3. OBJETIVOS	8
4. MÉTODOS	8
5. RESULTADOS	10
6. DISCUSIÓN	22
7. LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS	25
8. CONCLUSIONES	26
9. BIBLIOGRAFÍA	26

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas, los países industrializados están presentando importantes modificaciones en sus configuraciones poblacionales. Dentro de este proceso de envejecimiento, España se presenta como uno de los países que más lo sufre, con una evidente tendencia que evita que se puedan presagiar cambios durante los próximos años (Instituto Nacional de Estadística, 2014).

Como principales causas de este proceso demográfico, se encuentran el escaso número de nacimientos sumado a una mayor esperanza de vida, lo que provoca no solo cambios en el ámbito poblacional, sino que también tiene una influencia directa en cuestiones económicas y políticas (Roberto et al., 2019).

Este proceso biológico conlleva una serie de situaciones de gran complejidad que están principalmente asociadas con el deterioro físico y cognitivo, y que a su vez provocan una pérdida de las funciones específicas necesarias para mantener una óptima capacidad funcional, tales como coordinación o equilibrio (Calderón & Hernández, 2019).

La actividad física se plantea como una solución efectiva a los problemas que presenta esta creciente población mayor de 65 años, convirtiéndose cada vez más en un objetivo de mayor importancia para los organismos de salud pública, tal y como defienden Franco-Martín et al., (2013). Estos mismo autores, siguiendo la línea de "Actividad física en adultos mayores" establecida por la OMS, (2015), atribuyen las causas de este hecho a que el ejercicio proporciona una mejora de las funciones cardiorrespiratorias, musculares, óseas y funcionales, además de reducir el riesgo de padecer enfermedades no transmisibles (infarto de miocardio, diabetes, cáncer, accidente cerebral vascular...), depresión y deterioro cognitivo.

De esta manera, Roberto et al., (2019) recalcan los beneficios de un envejecimiento saludable que reúna y trate de cumplir con los parámetros biológicos aceptados para cada momento y que permita a la persona mantener correctas relaciones funcionales, mentales y sociales, asegurando en todo momento una buena sensación de salud.

Esta actividad física puede consistir en tareas recreativas o de ocio, desplazamientos, juegos, deportes o ejercicios programados que acumulen un total de 150 minutos semanales, incluyendo intensidades aeróbicas moderadas y vigorosas, además de un trabajo que refuerce los principales grupos musculares y mejore cualidades como la del equilibrio (Luque et al., 2010; OMS, 2015).

Atendiendo de manera más específica al entrenamiento de fuerza, este tiene clara repercusión en la autonomía y capacidad funcional de las personas mayores, facilitando tareas cotidianas como la marcha, subir escaleras o el hecho de levantarse de una silla (Drey et al., 2012). Por otro lado, también favorece las cualidades físicas como el equilibrio, además de favorecer el estado cognitivo de los sujetos en cuestión (Vaughan et al., 2014).

En cuanto a la periodización, ha sido uno de los temas de mayor importancia y polémica durante las últimas décadas dentro del mundo del entrenamiento, combinando diferentes influencias filosóficas, creencias y tradiciones, con los avances científicos disponibles en cada momento (Kiely, 2018). Esta periodización, podría definirse como el calendario de entrenamiento sistemático, diseñado para proporcionar variaciones en la orientación al rendimiento, al tiempo que maximiza los resultados y reduce el riesgo del sobreentrenamiento (Buskard et al., 2018). Dentro de esta distribución de cargas existen varios modelos diferentes pudiendo destacar el método tradicional y el

contemporáneo, tal y como explica González, (2018). Esta misma autora defiende que el primer método contiene una especificación general de la carga, una recuperación en vista de la supercompensación y una secuenciación de objetivos individualizados dentro de un marco general de aspecto anual. Por otro lado, la periodización contemporánea se caracteriza por estar compuesta de un marco ATR (Acumulación, transformación y realización), por trabajar con cargas concentradas y objetivos simultáneos y por la orientación específica de la carga.

La mayoría de la literatura actual existente en cuanto a la periodización y a sus aplicaciones está dirigida al máximo rendimiento deportivo y a sus múltiples especificidades. Por ese mismo motivo, su aplicación en el entrenamiento de fuerza en las personas mayores queda en un plano secundario, lo que conlleva a que en muchas ocasiones no se aborde de manera correcta y no puedan conseguirse los objetivos buscados, o el máximo de los mismos.

2. HIPÓTESIS

Un entrenamiento de fuerza con una correcta y estructurada periodización del mismo, aporta mayores beneficios en una población mayor de 65 años, consiguiendo una mejor mantención de las cualidades físicas y un desarrollo cognitivo y físico óptimo para los parámetros biológicos presentes durante el envejecimiento.

La aplicación de los principios del entrenamiento, contribuye a establecer unos periodos e intensidades óptimas en la conservación de las cualidades físicas, además de ayudar a establecer un marco mínimo para la eficacia.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio ha sido revisar la literatura existente hasta el momento en cuanto al entrenamiento de fuerza en personas mayores, especialmente centrados en la atención a la periodización del entrenamiento, para comparar las diferentes metodologías empleadas y así establecer un marco de planificación que permita desarrollar la optimización de la distribución de las cargas y de los objetivos perseguidos.

4. MÉTODOS

Bases de datos y estrategia de búsqueda

Este estudio ha continuado la metodología de revisión sistemática propuesta en el estatuto "PRISMA" (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), en la cual se reúnen los aspectos clave sobre la metodología y la conducción de las revisiones sistemáticas (Urrutia & Bonfill, 2010).

Los estudios utilizados fueron seleccionados de dos bases de datos electrónicas: Cochrane y PubMed. Esta búsqueda se realizó el día 31 de marzo de 2020, contando con la información presente hasta el día de hoy.

Para realizar esta búsqueda, se utilizaron los terminos: "Aged" (Personas mayores), "Resistance training" (Entrenamiento de fuerza) y "Muscle strength" (Fuerza muscular). En PubMed se realizó mediante los términos MeSH, consiguiendo la siguiente concatenación: (("Aged"[Mesh]) AND "Resistance Training"[Mesh]) AND "Muscle Strength"[Mesh]. A su vez, en Cochrane, dentro del apartado de "Búsqueda avanzada", se emplearon las palabras clave "Aged" AND "Resistance training" AND "Muscle strength".

Criterios de inclusión

1. Artículos que siguieran entrenamientos de fuerza
2. Estudios donde los participantes tuvieran una edad igual o superior a los 65 años
3. Que el idioma en el que estuvieran escritos fuera el castellano o el inglés

Criterios de exclusión

1. Investigaciones que utilizaran ayudas ergogénicas. Por ejemplo, suplementos nutricionales u hormonales.
2. Estudios en los que las condiciones inestables de los participantes interfirieran directamente con el objetivo del trabajo. Por ejemplo: Sarcopenia, distrofia muscular, accidentes cerebro vasculares, pacientes con cáncer, párkinson, esclerosis múltiple, osteoartritis, etc.

Resumen de la búsqueda

El proceso de selección de artículos se realizó siguiendo el diagrama de flujo (Figura 1) tal y como se establece dentro de la metodología PRISMA.

Con fecha anteriormente mencionada, se encontraron un total de 896 entradas en PubMed, de las cuales se seleccionaron un total de 320. En el caso de la base de datos Cochrane, se consideraron adecuados 308 de los 1065 presentes, obteniendo de esta manera un total de 628 artículos potencialmente relevantes identificados mediante la lectura de títulos relacionados con la temática.

Tras haber revisado el resumen de los mismos y haber eliminado los duplicados, este número de estudios se vio reducido hasta un total de 70. Por último, después de haber realizado una lectura de los estudios se excluyeron otros 12, concluyendo con una suma de 58 con los que obtener información y establecer las conclusiones.

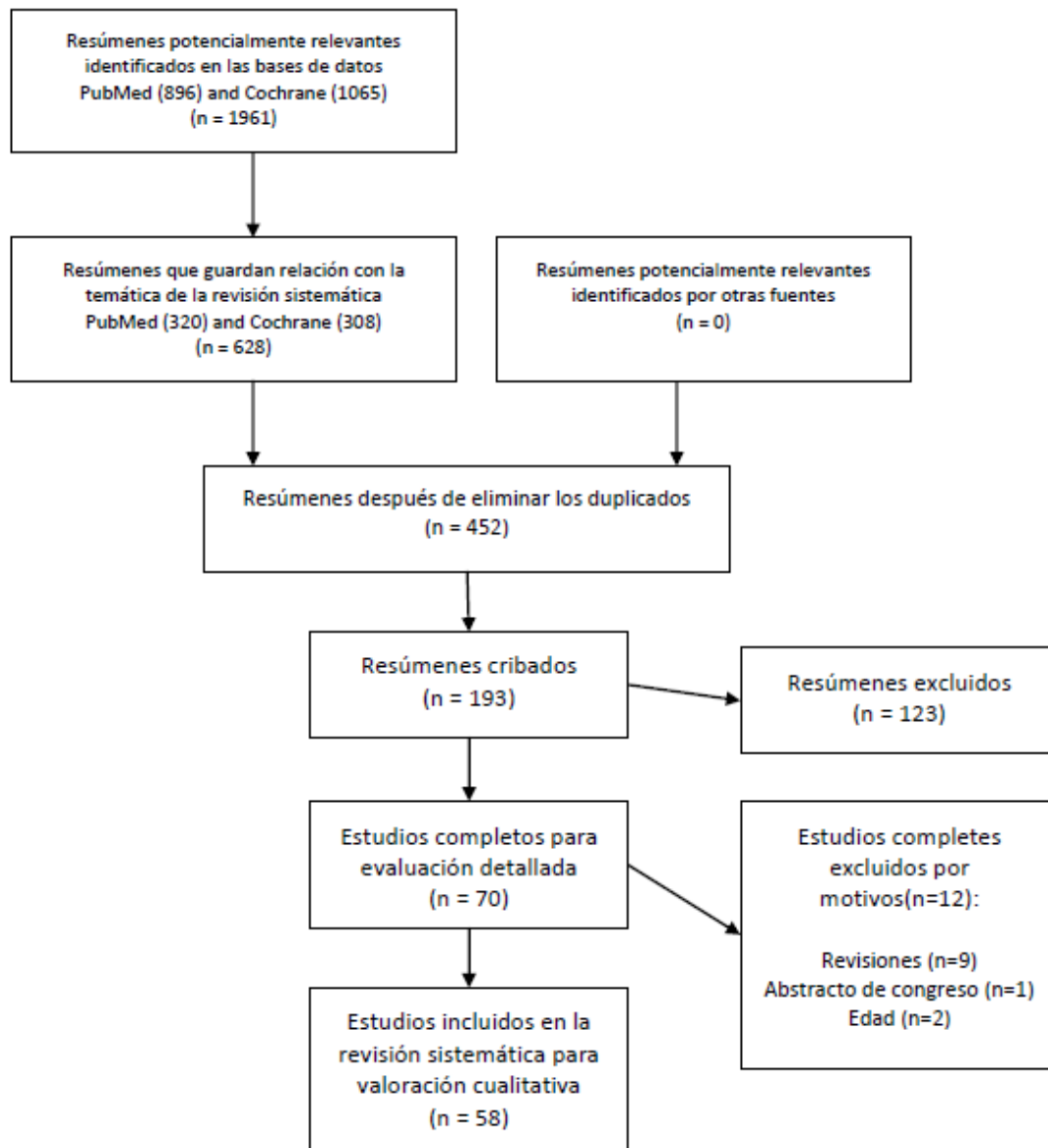


Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA

5. RESULTADOS

Para una mejor, más clara y concisa obtención de la información, los artículos seleccionados para la revisión sistemática se dividieron en dos tablas de datos diferentes. De tal manera, en una se recopilarían los datos a cerca de estudios que en su entrenamiento incluyeran un trabajo de todo el cuerpo (*Tabla 1: Whole body*) y en la

otra, aquellos referentes a un trabajo más específico de la musculatura de extremidades inferiores (*Tabla 2: Lower limb*).

En la tabla del tren inferior, de cara a evitar posibles confusiones también se reunieron las investigaciones que trabajaban musculatura inferior y core. Por otro lado, para aquellos estudios que compararan diferentes métodos de entrenamiento, se determinó que el criterio que determinase en que tabla se introducían, sería la sección corporal que se desarrollara con la intervención de fuerza.

Con la información obtenida se puede definir a los participantes de los estudios como una muestra poblacional mixta de edades cercanas a los 70 años, aunque con una mayor involucración femenina debido a investigaciones realizadas únicamente con este sexo.

La duración de los estudios varía desde las 6 semanas que emplean los más breves, hasta aquellos que abarcan un año entero (52 semanas). En la misma línea, una duración de 12 semanas es aquella que podemos encontrar con mayor predominancia en las investigaciones. Por otro lado, son numerosos los artículos en los que la frecuencia de entrenamiento era de 3-4 sesiones semanales que rondan los 60 minutos, y donde entrenamientos multicomponente, que combinaban sesiones de fuerza y aeróbicas, eran llevados a cabo por los participantes.

En cuanto a los métodos a través de los cuales se conseguían los resultados, se observa que los indicadores de composición corporal, de fuerza muscular y de función física son las vías más utilizadas para el propósito. Además, análisis sanguíneos, biopsias o pruebas más específicas también fueron empleadas con el objetivo de adecuarse a las diferentes hipótesis.

Tabla 1: Whole body

ARTÍCULOS	Nº SUJETOS	SEXO	EDAD	DURACIÓN INTERVENCIÓN	SESIONES SEMANALES	DURACIÓN	TIPO ENTRENAMIENTO	OUTCOMES	RESULTADOS
(Alcazar et al., 2019)	14 (ET)	MyF	77.7 ± 7.9	12 SEMANAS	2		High Intensity Interval and Power Training	Muscle CSA, VL muscle thickness, pennation angle and fascicle strength, V02 peak, Wpeak, RFD, Pmax, systemic oxidative stress, physical performance and QOL	Significant improvements in limb muscle dysfunction, exercise tolerance, systemic oxidative stress, physical performance and self-reported health status.
	15 (CT)		79.8 ± 6.4						Changes in systemic oxidative stress were negatively associated with changes in muscle size, function, exercise tolerance and physical performance.
(Arrieta et al., 2018)	57 (IG)	MyF	85.1 ± 7.6	12 SEMANAS	2	S:45min T:90min	Multicomponent exercise	Waist circumference, 30s chair-stand, arm-curl, 8ft timed up-and-go, SPPB score, gait speed and Berg scale.	Multicomponent exercise is effective for older people living in LTNH.
	55 (CG)		84.7 ± 6.1						Specially for those with lower physical function.
(Balachandran et al., 2016)	12 (SC)	MyF	69.2 ± 4.1	12 SEMANAS	2		Standing cable training	PPT, pan carry and gallon jug transfers, RPE and PROMIS	Both training interventions were effective in improving function.
	10 (SM)		70.1 ± 4.0				Seated machine training		Standing cable training was not superior to seated machine training in improving physical performance.
(Beltran Valls et al., 2014)	13 (Trained)	MyF	72±1	12 SEMANAS	2		Explosive-type resistance training	ADL performance, cardiovascular response, biomarkers of muscle damage, cardiovascular risk and cellular stress.	Increase of upper and lower body power, strength and functional motor performance.
	10 (Control)								These results didn't cause detrimental modifications in cardiovascular, inflammatory and damage parameters.
(Cadore et al., 2014)	11 (EG)	MyF	93.4 ± 3.2	12 SEMANAS	2	S:40min T:80min	Multicomponent resistance training	Strength and power tests, TUG scale, FICSIT-4 test, Barthel Index and muscle mass and fat infiltration.	IG showed enhanced muscle power and strength, and reduced incidence of falls.
	13 (CG)		90.1 ± 1.1						
(Carvalho et al., 2010)	25 (ME)	MyF	69.4±4.1	24 SEMANAS	2	S:60min T:120min	Multicomponent training	Maximum strength of KE and KF at 60° and 180°	ME + resistance training showed significant increase in maximum voluntary FF and KE rates.
	24 (CE)		68.7±4.2		4		Resistance training		No significant changes in ME group.
(Ceci et al.,	8 (TG)		71 ± 2	12 SEMANAS			Explosive-type resistance training	Blood glutathione, MDA, protein carbonyls, CK, PBCMs cellular damage	EMRT training allows to cope with oxidative stress

2014)	8 (CG)		74 ± 2					and stress-protein response	induced by acute exercise more effectively
(Chmelo et al., 2015)	40 (AT)	MyF	69.0 ± 3.6	20 SEMANAS	4		Aerobic training	SPPB, 400m walk, VO2peak and knee extensor strength	Both training methods significantly improved physical function
	55 (RT)		69.1 ± 3.4		3		Resistance training		Despite de adherence to interventions, some patients didn't improve functionality
(Cress et al., 1991)	17 (EG)	F	71.1 ± 5.1	50 SEMANAS	3	S:60min T:180min	Aerobic-resistance training	Isokinetic knee flexion and extension strength, VO2max and muscle biopsy	Increase in aerobic capacity, leg strength and type IIb muscle fiber area
	10 (CG)		73.3 ± 6.7						
(Dondzila et al., 2016)	20 (EPA)		73.5 ± 5.6	8 SEMANAS	2		Enhanced physical activity	Step reaction time, knee extensor and flexor strength, hand grip strength and 8ft up and go test.	A low cost, in-home intervention improves physical activity and physical functioning
	19 (SoC)		75.4 ± 6.8						
(Fernández-Lezaun et al., 2017)	23 (RT1)	MyF	69 ± 3	36 SEMANAS	1	S:60min T:60min	Resistance training	CE, GE, La, HR (submaximal test), Hb, Hct, Hrrest and DXA (rest conditions) and 1RM.	RT led to significant cardio-respiratory improvements during first 12 weeks
	21 (RT2)				2	S:60min T:120min			These changes are more likely due to the improved cardio respiratory functions rather than to neuromuscular adaptations
	23 (RT3)				3	S:60min T:180min			More responsiveness during next 24 weeks in men than in women
	20 (NTG)								
(Forte et al., 2013)	22 (MCT)	MyF	F: 69 ± 2.8 M: 71.4 ± 2.9	12 SEMANAS	2	S:60min T:120min	Multicomponent training	Executive function, functional mobility and cardio respiratory and muscular fitness.	Both methods improved executive function and functional mobility
	20 (PRT)		F: 70.5 ± 3.9 M: 69.1 ± 3.7				Progressive resistance training		Neither inhibitory capacity or muscular strength gains seemed to explain functional mobility outcomes
(Frank et al., 2016)	12 (RET)	MyF	71.4 ± 1.1	8 SEMANAS	3		Resistance training	Body composition, muscle strength, submaximal cycling test, biopsy and glucose tolerance test	Short-term resistance training improved muscular strength and several parameters related to muscle aerobic capacity.
	9 (CON)		72 ± 1.4						

(Gray et al., 2018)	34 (HV)	MyF	81.6 ± 5.9	48 SEMANAS	2	S:60min T:120min	High-velocity resistance training	Body composition, muscle strength changes and physical function	RT is a effective intervention for improving physical function and muscular strength
	41 (LV)		81 ± 5.5				Low-velocity resistance training		With RT there was no changes in body composition
	24 (AC)		81.3 ± 5.3						
(Huovinen et al., 2016)	30	F	71.9 ± 3.1	16 SEMANAS	3	S:60min T:180min	Resistance training	Total hip BMD with quantitative CT, bone markers and 10year RR for osteoporotic fracture.	Supervised RT is effective for the prevention of osteoporotic fractures in elderly women with decreased muscle strength
(Idland et al., 2014)	6	F	90-93	12 SEMANAS	2	S:60min T:120min	Progressive resistance training	TUG test, walking speed and 30s chair stands	PRT is a safe and effective method to enhance mobility and increase lower body strength
(Keogh et al., 2010)	7 (STG)		75 ± 2	6 SEMANAS	2		Strength resistance training	Index finger tremor and upper limb muscle coactivation	Both training groups reduced RMS tremor amplitude, peak and proportional tremor power and increased strength and upper limb coactivation
	7 (CTG)		75 ± 3				Coordination resistance training		RT improves function in older adults
	5 (CG)		76 ± 3						
(Kim et al., 2018)	16 (RE)	MyF	M: 75.33 ± 7.04 F: 73 ± 4.76	6 SEMANAS	3	S:70min T:210min	Resistance training	Body composition, fitness level, HOMA-IR and adipocytokines	Training program was effective in improving fitness, HOMA-IR, circulating chemerin levels and other known risk factors of chronic diseases
	16 (CE)					S:90min T:270min	Resistance and aerobic training		Combined group had more enhanced benefits during training period
	15 (CG)								
(Lee et al., 2015)	13 (AT)	F	67.64±2.82	8 SEMANAS	5	S:50min T:250min	Aerobic training	Body composition, isokinetic strength and blood samples	Training program improved body composition, especially lean mass and positively affects isokinetic strength and CVD risk factors.
	14 (CG)		68.38±2.93				Aerobic and resistance training		Combined exercise program is effective treatment to prevent CVD
(Lohne-Seiler et al., 2013)	23 (HPSG)	MyF	69.4 ± 4	11 SEMANAS	2	S:70min T:140min	High-power strength machines training	Platform and linear encoder.	Except for bench-press power there were no differences on functional power and maximal body strength
	30 (FSG)		70.4 ± 4.3				Functional strength machines training		

	10 (CG)		69.3 ± 4.2						
(Markovic et al., 2015)	16 (HT)	F	70 ± 4	8 SEMANAS	3	S:30min T:90min	Huber machine training	Maximal isometric strength of trunk flexors, extensors and lateral flexors; leg power, upper-body strength, single and dual static balance task; and body composition.	Feedback-based balance and core resistance training is more effective in improving single/dual balance ability task, trunk muscle strength, leg power and body composition than Pilates training
	14 (PT)					S:60min T:180min	Pilates training		
(Marsh et al., 2009)	11 (ST)	MyF	74.6 ± 5.4	12 SEMANAS	3	S:60min T:180min	Strength resistance training	1RM and maximum power in KE and LP	PT leads to similar increases in strength and larger increases in power than ST
	12 (PT)		76.8 ± 6.4				Power resistance training		Both training groups improved 1RM and MP in KE and LP
	13 (CG)		67.5 ± 3.5						
(Oh et al., 2017)	19 (IG)	F	74.9 ± 1.5	18 SEMANAS	2	S:60min T:120min	Elastic band resistance training	Body composition, muscle strength and quality and physical function	Self directed RT with health education after supervised training cessation improved physical performance and muscle strength
	19 (CG)		73.5 ± 1.2						
(Palareti et al., 2016)	42 (SRT-BW)	MyF	72.5 ± 2.1	12 SEMANAS	7	S:15min T:95min	Resistance training using body weight	Muscle mass, strength, and fat distribution.	Relatively short-term SRT-BW is more effective improving muscle mass, strength and fat distribution
	44 (CG)		73.2 ± 2.1						
(Rosety et al., 2015)	24 (IG)	F	67.3 ± 2.1	12 SEMANAS	3		Circuit resistance training	EAT by transthoracic two-dimensional echocardiography, maximal hand-grip strength and CK and MB concentrations in plasma.	RT reduced EAT
	24 (CG)		68.1 ± 2.3						This time of RT is effective and save for aged obese women
(Sahin et al., 2018)	16 (HI)		84.18±6.85	8 SEMANAS	3	S:40min T:120min	High intensity resistance training	Muscle strength, physical function, ADL, depression and QOL.	LI exercise program is as effective as HI exercise program
	16 (LI)		84.5±4.81				Low intensity resistance training		ET is useful to prevent frailty and it improves muscle strength, gait, balance and QOL
	16 (CG)		85.37±4.7						

(Sato et al., 2011)	16 (OWG)	F	80.5±10.7	24 SEMANAS	1	S:60min T:60min	Water exercise training	Muscle strength, flexibility, balance, mobility and ADL disability.	WE frequency were different for each bodily function.
	18 (TWG)		77.9±9.3		2	S:60min T:120min			Twice per week training showed better improvements in flexibility and balance at 3 and 6 months and lower muscle strength and balance at 3 months.
(Sundstrup et al., 2016)	10 (FT)	M	68 ± 4	52 SEMANAS	2 (4 meses) y 3 (8 meses)	S:60min T:120min(4) y 180min(8)	Recreational football training	Maximal thigh muscle and RFD with isokinetic dynamometry, postural balance and vertical jumping with force plate analysis and functional ability.	Long-term ST led to increased quadriceps and hamstring strength
	9 (ST)		69.1 ± 3.1				High intensity resistance training		Football adaptations induced enhanced strength and rapid force capacity of hamstring muscles.
	8 (CON)		67.4 ± 2.7						Both activities together seemed to be effective strategy to improve ADL by counteracting age-related decline in lower limb strength and functional capacity.
(Timmons et al., 2018)	21 (AER)	MyF	69.2 ± 3.1	12 SEMANAS	3	S:40min T: 120min	Aerobic training	Body composition, physical and cognitive function and markers of metabolic health.	3 training groups improved physical functions
	21 (RES)		69.6 ± 4.9				Resistance training		CE training is efficient for improving health related parameters; for increasing gait speed and lower limb strength, and decreasing trunk fat.
	21 (CEX)		69.2 ± 2.7				Aerobic and resistance training		
	21 (CON)		69 ± 3.3						
(Urzi et al., 2019)	11 (TG)	F	84.4 ± 7.7	12 SEMANAS	3	S:45min T:135min	Elastic resistance training	SPPB, handgrip strength and plasma concentrations of myokines and inflammatory markers.	ERT in nursing homes could be a feasible preventive strategy to counteract functional deterioration
	9 (CG)		88.9 ± 5.3						An increase in exercise-induced peripheral BDNF has a protective role in the preservation of muscular function
(Dong Hyun Yoon et al., 2017)	14 (HSPT)	F	75 ± 0.9	12 SEMANAS	2	S:60min T:120min	Elastic band based high-speed resistance training	Cognitive function, physical function and muscle strength.	Elastic band-based HSRT compared to LSST, is more efficient in improving cognitive function, physical performance and muscle strength.
	9 (LSST)		76 ± 1.3				Elastic band based low-speed resistance training		
	7 (CON)		78 ± 1						

Tabla 2: Lower limb

ARTÍCULOS	Nº SUJETOS	SEXO	EDAD	DURACIÓN INTERVENCIÓN	SESIONES SEMANALES	DURACIÓN	TIPO ENTRENAMIENTO	OUTCOMES	RESULTADOS
(Baggen et al., 2019)	24 (STEEP)	F	69±4	12 SEMANAS	3	S:40min T:120min	Bench stepping exercise	Thigh muscle volume, force-velocity characteristics of knee extensors and functional ability	Step training with incremental step heights simultaneously improves functional ability, thigh muscle volume and force-velocity characteristics of knee extensors.
	21 (CG)								No improvements for peak velocity and balance performance.
(Beebe et al., 2013)	1	F	70	12 SEMANAS	4	S:90min T: 360min	Isokinetic training program	Knee extensor peak torque, BBS and TUG scores	Improvements in knee extensor peak torque and RTD that placed the women above established fall-risk cutoff score
(Bierbaum et al., 2013)	14 (ST)	MyF	67.4±2.7	14 SEMANAS	2	S:90min T:180min	Dynamic stability training	Gait protocol with an induced unexpected perturbation	Both IG increased their base of support to gain balance after gait perturbation, and ST group showed a statistically significant improvement.
	14 (MT)		68.6±3.1				Dynamic stability training and muscle strength		Repeated exercise of the mechanisms of dynamic stability improves postural stability.
	10 (CG)		68.9±3.2						Strength training shows no effect on ability to recover balance.
(W J R Bossers et al., 2014)	17 (EG)	MyF	86.1 ± 3.8	6 SEMANAS	5	S:30min T:150min	Aerobic and strength training	Recruitment and adherence rates and cognitive and motor functions	It is feasible to conduct a combined aerobic and strength training in patients with dementia.
	16 (SG)		84.1 ± 5.7						No changes in cognitive function but improvement in the physical function with the combination of strength and aerobic exercises.
(Willem J.R. Bossers et al., 2015)	37 (CG)	MyF	85.7 ± 5.1	9 SEMANAS	4	S:30min T:120min	Aerobic and strength training	Cognitive and motor functions	CG showed higher improvements in global cognition, visual memory, verbal memory, executive function, walking endurance and leg muscle strength and balance.
	36 (AG)		85.4 ± 5.4				Aerobic training		Aerobic and strength training is more effective than just aerobic training.
	36 (SG)		85.4 ± 5.0						No mediating effects between improvements in cognition and motor function.
(Churchward-Venne et al.,	110 (12W)	MyF	72.6 ± 0.6	12 SEMANAS	2		Resistance training	DXA, type I and II muscle fiber size, leg strength and	There are no non-responders to resistance-type exercise training

2015)	85 (24W)		72.8 ± 0.8	24 SEMANAS	3			physical function	More level of responsiveness with more prolonged exercise
(Cook SB and Cleary CJ, 2019)	10 (BFR)	MyF	76.4 ± 6.6	12 SEMANAS	2		Blood flow restricted resistance training	MRI, CSA, strength testing on dynamometer and 10RM test	HI training obtained better results due to the faster progression in 12 week training period
	11 (HL)		76.3 ± 8.7				High load resistance training		BFR training should be used in periods employed to enhance maximal strength gains
(Eckardt, 2016)	27 (M-SRT)	MyF	71.3 ± 4.1	10 SEMANAS	2	S:60min T:120min	Machine-based stable resistance training	Muscle strength and power, and balance.	Lower-extremity muscle strength, power and balance improved in 3 groups
	26 (M-URT)		70.0 ± 4.4				Machine-based unstable resistance training		F-URT is a effective and safe training way to mitigate intrinsic fall risk factors
	22 (F-URT)		69.8 ± 4.3				Free-weight unstable resistance training		
(Eszczak et al., 2013)	9 (HVG)	MyF	74.11±8.49	8 SEMANAS	3		High velocity training	Walking speed, 8ft up-and-go time, chair stand, seated leg press strength, seated les extension strength and seated leg curl strength	Elderly should focus on training with all types of training velocities
	10 (EG)		75.6±8.01				Eccentric training		Both methods provided similar results but high-velocity program needed less total work
(Glenn et al., 2015)	27 (UNLOAD)	MyF	≥65 years	20 SEMANAS	2		Unloaded high-velocity resistance training	SPPB, SFT, hand-grip and lower body power measures.	Both groups increased functional fitness and power the same
	30 (LOAD)						Loaded high-velocity resistance training		High-velocity movements to gain functional fitness might be useful to develop fitness programs when time or space is limited.
(Hamed et al., 2018)	15 (MSI)	MyF	70.6 ± 3.7	14 SEMANAS	2	S:90min T:180min	Resistance training	Muscle strength, balance ability and balance recovery performance	Dynamic stability under unstable conditions program enhanced muscle strength and sensory information processing
	16 (PBI)		72.3 ± 3.6				Dynamic stability under unstable conditions		Dynamic stability under unstable conditions program reduced the risk of falls in old adults
	21 (CG)		70.8 ± 3.6						
	18 (PRT)		75.11 ± 5.497			S:60min T:240min	Progressive resistance training		

(Joshua et al., 2014)	18 (TBE)	MyF	75.17 ± 5.894	24 SEMANAS	4	S:45min T:180min	Traditional balance exercise	Functional reach test (FRT)	PRT targeting the key muscles of lower limbs is more effective than TBE in improving forward limits of stability.
	18 (COMBI)		75.22 ± 5.449				Combined training		
(Kahle & Tevald, 2014)	12 (EX)	MyF	76.5 ± 6.9	6 SEMANAS	3	S:20min T:60min	Core strengthening exercise program	Curl-up test, FRT and SEBT tests.	Core strengthening should be part of a balance-training program
	12 (CON)		75.6 ± 3.6						
(Katsura et al., 2019)	9 (ECC)	MyF	72 ± 6.6	8 SEMANAS	2	S:90min T:180min	Eccentric resistance training	Quadriceps femoris MT, knee extensor MVC, 30s chair stand, TUG test, 2min step test, seat and reach test and static balance with eyes open and closed test.	ECC training is more effective than CON training for improving lower limb strength, mobility and postural stability
	8 (CON)		71.1 ± 4.5				Concentric resistance training		
(Mueller et al., 2009)	16 (CT)	MyF	81.8 ± 0.8	12 SEMANAS	2	S:45min T:90min	Cognitive training	Functional parameters, body composition, VL biopsies, MEL and COORD.	RET and EET are beneficial to improve muscle functions and structure but with different effects.
	23 (RET)		80.1 ± 0.8				Conventional resistance training		Twice per week training frequency is the lower limit for training stimulus
	23 (EET)		80.3 ± 0.7				Eccentric ergometer training		
(Pamukoff et al., 2014)	10 (ST)	MyF	68.1 ± 3.4	6 SEMANAS	3	S:60min T:180min	Strength training	Maximum forward and lateral lean angle and strength, power in knee extension and leg press power.	RT improved balance recovery performance
	10 (PT)		73.4 ± 3.7				Power training		PT didn't lead to larger improvements in single-step balance recovery compared to ST
(Parente et al., 2008)	4	F	78 ± 4.3	52 SEMANAS	3	S:60min T:180min	Resistance training	VL biopsy and quadriceps muscle isometric force	Prolonged RT improves function of muscle fibers and can determine adaptations in MHC distribution of skeletal muscle to those expected in young subjects
(Reid et al., 2015)	27 (HI)	MyF	77.6 ± 4	16 SEMANAS	2		Progressive high-velocity low external resistance training	Neuromuscular activation using electromyography surface, CSA, SPPB and leg extensor peak power and strength.	Both training methods showed improvements in mobility-limited elders
	25 (LO)		78.3 ± 5				Progressive high-velocity high external resistance training		HI and LO programs showed similar results

(Rexach et al., 2009)	30 (Training)	MyF	90-102	8 SEMANAS	3	S:45min T:135min	Muscular strength and aerobic training	QOL, daily physical functioning, muscular strength and ambulation ability	
	30 (Control)								
(Sayers & Gibson, 2012)	25 (HSPT)	MyF	70.6 ± 6.7	12 SEMANAS	3		High speed power training	LP and KE peak power and peak power velocity, peak power force and braking speed.	The less strenuous HSPT exerted broader training effect and improved braking speed compared to SSST.
	25 (SSST)		69.6 ± 8.1				Slow speed strength training		Work was similar between both groups but TPE was lower in HSPT
	22 (CON)		71.1 ± 7.2						
(Seo et al., 2012)	31 (REG)	F	70.7 ± 3.6	12 SEMANAS		S:50 min	Elastic bandage resistance training	Balance ability, muscle strength, proprioception and fall efficacy.	Resistance and balance exercise have significant effects on balance ability and falls efficacy.
	33 (BEG)		71.1 ± 3.8				Physio-ball and conventional balance exercise		
	31 (CG)		70.3 ± 3.8						
(Suri et al., 2011)	32 (InVEST)	MyF	76 ± 7.2	16 SEMANAS			Increased velocity exercise specific to task training	BBS, UST, leg strength and power, trunk extension endurance and RPP.	Improvements in trunk extension were independently associated with clinically meaningful changes in balance
	32 (NIA)		75.3 ± 7				Free weight strength training		Leg strength, power and RPP were not associated with CMC in balance
(Uematsu et al., 2018)	15 (TG)	MyF	74.3 ± 3.4	8 SEMANAS	2		Power training	Biomechanics of habitual and fast gait	Training program lead to a increase in gait speed related to a increase in leg muscle power, stride length and ankle plantarflexor work generation.
	7 (CG)		73.6 ± 3.4						
(Vaughan et al., 2014)	25 (IG)	F	69 ± 3.1	16 SEMANAS	2	S:60min T:120min	Multimodal exercise training	Neurocognitive functioning, physical functioning and plasma levels of BDNF.	EP improved neurocognitive and physical performance and increased levels of plasma BDNF.
	24 (SD)		68.8 ± 3.5						RCT provides evidence that a multimodal exercise intervention achieve larger effect sizes comparing to single modality interventions.
(R. Y. Wang et al., 2015)	17 (EG)	MyF	70.29±4.57	12 SEMANAS	3	S:60min T:180min	Combined exercise training	6min and gait during both habitual walking and fast	Training program positively affect gait endurance and performance including gait variability in habitual walking

	12 (CG)		70.5 ± 5.5					walking conditions	and fast conditions.
(D. H. Yoon et al., 2018)	22 (HSRT)	MyF	73.82±4.37	16 SEMANAS	3	S:60min T:180min	High speed resistance training	Frailty score, cognitive function, physical function and muscle strength.	HSRT is effective in improving cognitive function and physical performance in frail older adults.
	23 (CG)		74.03±4.27						It is a feasible method to identify and to be a primary care setting for frailty in community.
(S. J. Yoon et al., 2017)	8 (HRT)	F	73.63±2.88	12 SEMANAS	3		Low intensity resistance training with heating sheet	Computed thermography scans, 1RM and blood samples.	LI training with heat stress stimulated the anabolic hormones in elderly women, improving muscle strength and hypertrophy.
	6 (RT)		72.68±2.73				Moderate intensity resistance training		Training method is a effective way to prevent muscle atrophy and improve muscle strength in elderly women.
	7 (HEAT)		70.43±3.1				Heating sheet		

6. DISCUSIÓN

Atendiendo a la temática de la revisión sistemática y a la información conseguida de los artículos seleccionados, son varias las cuestiones que podemos discutir en cuanto a la periodización del entrenamiento en personas mayores.

En cuanto a la distribución temporal de las cargas de trabajo en el calendario, son dos los aspectos claves a tener en cuenta a tenor de información recopilada: La duración de la intervención y la cantidad de sesiones de entrenamiento semanales. Por un lado, teniendo en cuenta la cantidad de semanas durante las que discurre la intervención, podemos basarnos en el artículo de Churchward-Venne et al., (2015) para establecer que con un mayor periodo de entrenamiento obtendremos mayores beneficios. Siguiendo esta línea de una planificación más prolongada, aunque con investigaciones de 6 semanas (Bossers et al., 2014; Kahle & Tevald, 2014) y 8 (Eszczak et al., 2013; Sahin et al., 2018) se consigan los objetivos establecidos en las mismas, no podemos encontrar una mejoría de las funciones tan destacada como la que parece en estudios de mayor duración como 12 semanas (Idland et al., 2014; Rosety et al., 2015).

En base a esta información podríamos pensar que esta duración mínima de 3 meses debería estar presente en la periodización del entrenamiento, ya que además de permitir la mejora de la condición física de los mayores, facilita su consecución aun con diferentes métodos de trabajo (Forte et al., 2013; Marsh et al., 2009; Mueller et al., 2011). Además, con una mayor prolongación de la intervención conseguiremos una mejor preservación e inferencia de las adaptaciones en el organismo (Cress et al., 1991; Parente et al., 2008; Sundstrup et al., 2016).

Por otro lado, a través de la cantidad de sesiones de ejercicio semanales podemos analizar la intensidad o magnitud de carga con la que se llevan a cabo las intervenciones. Investigaciones como la de Fernández-Lezaun et al., (2017) o Sato et al., (2011) nos muestran una comparativa con grupos que abordaban diferentes cantidades de entrenamientos por cada siete días. En ambos casos los grupos con más días de trabajo semanal mostraron mejorías más pronunciadas en sus participantes. Siguiendo las reglas de la supercompensación, de una correcta recuperación entre estímulos y de trabajar en función de los parámetros biológicos aceptados, son varios los estudios que optan por trabajar 3 días a la semana, utilizando días no consecutivos para ello (Huovinen et al., 2016; Parente et al., 2008; Timmons et al., 2018). Esta alternativa se plantea más efectiva que a trabajar menos días pero con mayor duración de las sesiones, debido a que conseguimos una más efectiva ruptura de la homeostasis a través del modelo de 3 picos (Legaz Arrese, 2012). Además, gracias a la información obtenida, podemos deducir que con sesiones menores o iguales a los 60 minutos de duración (Sahin et al., 2018; Urzi et al., 2019), se consigue el estímulo de adaptación necesario. Por ello mismo es por lo que establecer una mayor repartición de las cargas a lo largo de la semana y no concentrarlas en pocos días, parece una manera correcta de abordar la periodización del ejercicio en esta población específica.

Aplicando la línea de trabajo mencionada, la frecuencia semanal mantiene también una mayor importancia en comparación con la duración total de la intervención. De tal manera, estudios con un número total de entrenamientos definidos, obtienen buenos resultados adoptando el total de semanas del mismo a una frecuencia de trabajo determinada (Markovic et al., 2015; Serra Rexach et al., 2009). Para conseguir y mantener el estímulo mínimo de adaptación mediante el entrenamiento, Mueller et al., (2009) concluye que un mínimo de dos sesiones semanales es el mínimo

con el que conseguir estas modificaciones en el organismo y no perderlas por el desentrenamiento.

El tipo de entrenamiento también es otro de los factores con una clara incidencia en cuanto a la periodización. Atendiendo a modelos de planificación más contemporáneos, encontramos una clara tendencia dónde se trabaja con cargas concentradas y objetivos simultáneos (González, 2018). De esta forma, encontramos varias investigaciones como las de Bossers et al., (2015), Carvalho et al., (2010) o Kim et al., (2018), en las que los grupos dedicados a poner en práctica este principio de la periodización del entrenamiento, obtuvieron una más notoria mejoría de la condición física que con objetivos trabajados individualmente. Por esto mismo, podemos confirmar que un entrenamiento combinado de una parte principal de fuerza y de otra aeróbica, se ajusta de manera correcta en la distribución de las cargas en personas mayores. Siguiendo esta misma línea de objetivos, un trabajo aeróbico que ejercite la musculatura inferior combinado con un entrenamiento de fuerza de todo el cuerpo (Cress et al., 1991; Lee et al., 2015), se ajusta positivamente a los principios de periodizar de manera correcta un trabajo enfocado a la mantención de las cualidades físicas de las personas mayores y a su condición biológica específica.

Existen otros factores que emergen de esta revisión que parecen tener trascendencia en el efecto del entrenamiento como son la correcta aplicación del entrenamiento, así como el control regular de su efectividad. El estudio llevado a cabo por Huovinen et al., (2016), muestra la importancia y beneficios de que el entrenamiento este supervisado de cara a poder conseguir la mejora y mantención de la condición física con mayor facilidad. En cuanto a la segunda, Chmelo et al., (2015) enfoca su investigación en conocer la adherencia de los sujetos al programa de ejercicio

planteado, aspecto problemático en varios de los artículos seleccionados (Arrieta et al., 2018; Lee et al., 2015; Yoon et al., 2017).

7. LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS

La clasificación y análisis de datos de caracterización cualitativa tiene como consecuencia que obtener conclusiones definitivas sea más difícil. Por ello, de cara a enfocar de manera más precisa el estudio de la periodización del entrenamiento en personas mayores, se puede considerar que un meta-análisis contribuiría a conseguir resultados de carácter más definitivo.

Por otro lado, la división de los artículos en tablas diferentes no sigue un marco cerrado, por lo que posibles modificaciones en las mismas mediante diversos parámetros puede ser realizada con el objetivo de conseguir conclusiones de diferente naturaleza.

Varias son las líneas de trabajo que quedan abiertas para posibles investigaciones. Dentro de ellas, destaca el análisis de los diferentes tipos de entrenamiento de fuerza reunidos en esta revisión sistemática. Con ello, se podrían obtener resultados más específicos que se pudieran aplicar a través de una organización más precisa.

Además del tipo de trabajo, otros aspectos como la condición física previa de los sujetos, conocimientos acerca del entrenamiento en cuestión, o motivaciones y obligaciones de los participantes deberían considerarse para poder obtener una periodización lo más correcta y específica posible.

8. CONCLUSIONES

A modo de conclusión se debe considerar la frecuencia de entrenamiento como uno de los factores más relevantes en la periodización del entrenamiento de fuerza en personas mayores. Una aplicación de 3 sesiones de ejercicio semanales no superiores a los 60 minutos y que combine fuerza y resistencia, cumple de manera óptima en la consecución de objetivos de esta población. Además de ello, utilizar los principios del entrenamiento deportivo adaptados a las condiciones fisiológicas de los participantes de más de 65 años, contribuye beneficiosamente a la mantención de las cualidades físicas.

De tal manera, se puede concluir que un entrenamiento correctamente periodizado proporcionará la oportunidad de conseguir mayores beneficios y cumplir de manera más precisa con los requerimientos específicos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Arrieta, H., Rezola-Pardo, C., Zarrazquin, I., Echeverria, I., Yanguas, J. J., Iturburu, M., Gil, S. M., Rodriguez-Larrad, A., & Irazusta, J. (2018). A multicomponent exercise program improves physical function in long-term nursing home residents: a randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 103, 94-100.
<https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.01.008>
- Bossers, W. J. R., Scherder, E. J. A., Boersma, F., Hortobagyi, T., Van Der Woude, L. H. V., & Van Heuvelen, M. J. G. (2014). Feasibility of a combined aerobic and strength training program and its effects on cognitive and physical function in institutionalized dementia patients. A pilot study. *Plos One*, 9(5 CC-Complementary Medicine). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097577>

- Bossers, W. J. R., Van Der Woude, L. H. V, Boersma, F., Hortobagyi, T., Scherder, E. J. A., & Van Heuvelen, M. J. G. (2015). A 9-Week Aerobic and Strength Training Program Improves Cognitive and Motor Function in Patients with Dementia: a Randomized, Controlled Trial. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(11), 1106-1116. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2014.12.191>
- Buskard, A., Zalma, B., Cherup, N., Armitage, C., Dent, C., & Signorile, J. F. (2018). Effects of linear periodization versus daily undulating periodization on neuromuscular performance and activities of daily living in an elderly population. *Experimental Gerontology*, 113, 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.09.029>
- Calderón, T. L., & Hernández, M. R. (2019). *Efecto del ejercicio aeróbico sobre el equilibrio en personas adultas mayores de 50 años: un meta-análisis de ensayos controlados aleatorios*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7050576>
- Carvalho, J., Marques, E., Soares, J. M. C., & Mota, J. (2010). Isokinetic strength benefits after 24 weeks of multicomponent exercise training and combined exercise training in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 22(1), 63–69. <https://doi.org/10.1007/bf03324817>
- Chmelo, E. A., Crotts, C. I., Newman, J. C., Brinkley, T. E., Lyles, M. F., Leng, X., Marsh, A. P., & Nicklas, B. J. (2015). Heterogeneity of physical function responses to exercise training in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(3), 462–469. <https://doi.org/10.1111/jgs.13322>
- Churchward-Venne, T. A., Tieland, M., Verdijk, L. B., Leenders, M., Dirks, M. L., de Groot, L. C. P. G. M., & van Loon, L. J. C. (2015). There Are No Nonresponders to Resistance-Type Exercise Training in Older Men and Women. *Journal of the*

American Medical Directors Association, 16(5), 400–411.

<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.01.071>

Cress, M. E., Thomas, D. P., Johnson, J., Kasch, F. W., Cassens, R. G., Smith, E. L., & Agre, J. C. (1991). Effect of training on VO₂max, thigh strength, and muscle morphology in septuagenarian women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(6), 752–758.

<https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00391716/full>

Drey, M., Zech, A., Freiburger, E., Bertsch, T., Uter, W., Sieber, C. C., Pfeifer, K., & Bauer, J. M. (2012). Effects of strength training versus power training on physical performance in prefrail community-dwelling older adults. *Gerontology*, 58(3), 197–204. <https://doi.org/10.1159/000332207>

Eszczak, T. I. J. L., Lson, J. A. M. O., & Tafford, J. E. S. (2013). Early adaptations to eccentric and high-velocity training on strength and functional performance in community-dwelling older adults. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 27, 442–448.

Fernández-Lezaun, E., Schumann, M., Mäkinen, T., Kyröläinen, H., & Walker, S. (2017). Effects of resistance training frequency on cardiorespiratory fitness in older men and women during intervention and follow-up. *Experimental Gerontology*, 95, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.05.012>

Forte, R., Boreham, C. A., Leite, J. C., De Vito, G., Brennan, L., Gibney, E. R., & Pesce, C. (2013). Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. *Clinical Interventions in Aging*, 8 CC-D, 19–27. <https://doi.org/10.2147/CIA.S36514>

- Franco-Martín, M., Parra-Vidales, E., González-Palau, F., Bernate-Navarro, M., & Solis, A. (2013). Influencia del ejercicio físico en la prevención del deterioro cognitivo en las personas mayores: Revisión sistemática. *Revista de Neurología*, 56(11), 545–554. <https://doi.org/10.33588/rn.5611.2012570>
- González, A. (2018). Investigación y desarrollo. Planificación del entrenamiento: Una mirada hacia lo tradicional y contemporáneo. Training planning: A look towards the traditional and the contemporary. 28, 29–40.
- Huovinen, V., Ivaska, K. K., Kiviranta, R., Bucci, M., Lipponen, H., Sandboge, S., Raiko, J., Eriksson, J. G., Parkkola, R., Iozzo, P., & Al., E. (2016). Bone mineral density is increased after a 16-week resistance training intervention in elderly women with decreased muscle strength. *European Journal of Endocrinology*, 175(6), 571-582. <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0521>
- Idland, G., Sylliaas, H., Mengshoel, A. M., Pettersen, R., & Bergland, A. (2014). Progressive resistance training for community-dwelling women aged 90 or older; a single-subject experimental design. *Disability and Rehabilitation*, 36(15), 1240–1248. <https://doi.org/10.3109/09638288.2013.837969>
- Instituto Nacional de Estadística. (2014). Anuario Estadístico de España. *Departamento Ambos Sexos Demografía*.
- Kahle, N., & Tevald, M. A. (2014). Core muscle strengthening's improvement of balance performance in community-dwelling older adults: a pilot study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 22(1), 65–73. <https://doi.org/10.1123/japa.2012-0132>
- Kiely, J. (2018). Periodization Theory: Confronting an Inconvenient Truth. *Sports Medicine*, 48(4), 753–764. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0823-y>

- Kim, D. Il, Lee, D. H., Hong, S., Jo, S. won, Won, Y. shin, & Jeon, J. Y. (2018). Six weeks of combined aerobic and resistance exercise using outdoor exercise machines improves fitness, insulin resistance, and chemerin in the Korean elderly: A pilot randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 75(November 2017), 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.11.006>
- Lee, J. S., Kim, C. G., Seo, T. B., Kim, H. G., & Yoon, S. J. (2015). Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 27(2), 179–186. <https://doi.org/10.1007/s40520-014-0257-4>
- Legaz Arrese, A. (2012). *Teoría de entrenamiento deportivo*.
- Luque, G. T., García, M., Villaverde, C., & Garatachea, N. (2010). Papel del ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la obesidad en adultos. *Retos. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 18, 47–51.
http://www.retos.org/numero_18/RETOS18-9.pdf
- Markovic, G., Sarabon, N., Greblo, Z., & Krizanac, V. (2015). Effects of feedback-based balance and core resistance training vs. Pilates training on balance and muscle function in older women: a randomized-controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 61(2 CC-Complementary Medicine), 117–123.
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.05.009>
- Marsh, A. P., Miller, M. E., Rejeski, W. J., Hutton, S. L., & Kritchevsky, S. B. (2009). Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17(4), 416–443.
<https://doi.org/10.1123/japa.17.4.416>

Mueller, M., Breil, F. A., Lurman, G., Klossner, S., Flück, M., Billeter, R., Däpp, C., & Hoppeler, H. (2011). Different molecular and structural adaptations with eccentric and conventional strength training in elderly men and women. *Gerontology*, 57(6), 528–538. <https://doi.org/10.1159/000323267>

Mueller, M., Breil, F. A., Vogt, M., Steiner, R., Lippuner, K., Popp, A., Klossner, S., Hoppeler, H., & Däpp, C. (2009). Different response to eccentric and concentric training in older men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 107(2 CC-SR-BEHAVMED), 145-153. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1108-4>

OMS. (2015). *La actividad física en adultos mayores*. 1–2.
http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/es/

Parente, V., D'Antona, G., Adami, R., Miotti, D., Capodaglio, P., De Vito, G., & Bottinelli, R. (2008). Long-term resistance training improves force and unloaded shortening velocity of single muscle fibres of elderly women. *European Journal of Applied Physiology*, 104(5), 885–893. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0845-0>

Roberto, S., & José Manuel, M. (2016). Beneficios psicológicos de un programa proactivo de ejercicio físico para personas mayores. *Escritos de Psicología / Psychological Writings*, 9(1), 24–32. <https://doi.org/10.5231/psy.writ.2015.2212>

Rosety, M. A., Pery, M. T., Rodriguez-Pareja, M. A., Diaz, A., Rosety, J., Garcia, N., Brenes-Martin, F., Rosety-Rodríguez, M., Toro, R., Ordoñez, F. J., & Al., E. (2015). A short-term circuit resistance programme reduced epicardial fat in obese aged women. *Nutricion Hospitalaria*, 32(5), 2193-2197.
<https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9696>

Sahin, U. K., Kirdi, N., Bozoglu, E., Meric, A., Buyukturan, G., Ozturk, A., & Doruk,

H. (2018). Effect of low-intensity versus high-intensity resistance training on the functioning of the institutionalized frail elderly. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale de Recherches de Readaptation*, 41(3), 211–217.
<https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000285>

Sato, D., Kaneda, K., Wakabayashi, H., Shimoyama, Y., Baba, Y., & Nomura, T. (2011). Comparison of once and twice weekly water exercise on various bodily functions in community-dwelling frail elderly requiring nursing care. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52(3), 331–335.
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2010.05.002>

Serra Rexach, J. A., Ruiz, J. R., Bustamante-Ara, N., Villarán, M. H., Gil, P. G., Sanz Ibáñez, M. J., Sanz, N. B., Santamaría, V. O., Sanz, N. G., Prada, A. B., & al., et. (2009). Health enhancing strength training in nonagenarians (STRONG): rationale, design and methods. *BMC Public Health*, 9 CC-S, 152.
<https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-152>

Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Andersen, L. L., Andersen, T. R., Randers, M. B., Helge, J. W., Suetta, C., Schmidt, J. F., Bangsbo, J., Krstrup, P., & al., et. (2016). Positive effects of 1-year football and strength training on mechanical muscle function and functional capacity in elderly men. *European Journal of Applied Physiology*, 116(6), 1127-1138. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3368-0>

Timmons, J. F., Minnock, D., Hone, M., Cogan, K. E., Murphy, J. C., & Egan, B. (2018). Comparison of time-matched aerobic, resistance, or concurrent exercise training in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(11), 2272–2283. <https://doi.org/10.1111/sms.13254>

Urrutia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. In *Medicina Clínica* (Vol. 135, Issue 11, pp. 507–511). <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>

Urzi, F., Marusic, U., Licen, S., & Buzan, E. (2019). Effects of Elastic Resistance Training on Functional Performance and Myokines in Older Women—A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.01.151>

Vaughan, S., Wallis, M., Polit, D., Steele, M., Shum, D., & Morris, N. (2014). The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 43(5 CC-Dementia and Cognitive Improvement), 623-629. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu010>

Yoon, S. J., Lee, M. J., Lee, H. M., & Lee, J. S. (2017). Effect of low-intensity resistance training with heat stress on the HSP72, anabolic hormones, muscle size, and strength in elderly women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 29(5), 977-984. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0685-4>